

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ТУРБІН

Код РПНД Т73633



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

 Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**Газові та парові турбіни
GAS AND STEAM TURBINES**

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

Миколаїв – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни "Газові та парові турбіни" є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 "Електрична інженерія" спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" освітньої програми "Газотурбінні установки і компресорні станції".

01 вересня 2024 року. – 16 с.

Розробник:

Патлайчук В.М., завідувач кафедри турбін, канд. техн. наук, доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Газові та парові турбіни" узгоджено з гарантом освітньої програми "Газотурбінні установки і компресорні станції".

Гарант освітньої програми
канд. техн. наук, доцент

Артем КОЗЛОВСЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Газові та парові турбіни" розглянуто на засіданні кафедри турбін.

Протокол № 8 від «23» 04 2024 р.

Завідувач кафедри

Володимир ПАТЛАЙЧУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Газові та парові турбіни" розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 2 від «15» 05 2024 р.

Голова

Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Газові та парові турбіни" погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу

Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни "Газові та парові турбіни" затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 4 від «29» 05 2024 р.

Голова НМР НУК

Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2024

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання	13
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	14
10. Рекомендовані джерела інформації	14

ВСТУП

Анотація

Дисципліна спрямована на одержання базових знань з конструювання та функціонування парових турбін та газотурбінних агрегатів промислового, енергетичного та суднового призначення, що повинно забезпечити подальше освоєння матеріалу, пов'язаного з проєктуванням цих енергетичних машин та їх експлуатацією.

Протягом вивчення даної дисципліни студенти повинні ознайомитися з перевагами та недоліками різних видів турбінної техніки, з особливостями їх використання у різних галузях; повинні одержати знання з особливостей конструкцій парових турбін та газотурбінних агрегатів для використання у різних галузях.

Внаслідок вивчення дисципліни студент має сформувати уявлення про перспективи розвитку того чи іншого конструктивного різновиду турбінної техніки, розвинути можливість аналізувати використовувему техніку даного типу та проводити вибір її конструкції.

Ключові слова: парова турбіна, газотурбінний агрегат, конструкція, функціонування, енергетика, промисловість, морський транспорт.

Abstract

The discipline is aimed at obtaining basic knowledge of the design and operation of steam turbines and gas turbine units for industrial, energy and ship purposes, which should ensure further mastering of the material related to the design of these energy machines and their operation.

During the study of this discipline, students should familiarize themselves with the advantages and disadvantages of various types of turbine technology, with the peculiarities of their use in various industries; must acquire knowledge of the features of steam turbine designs and gas turbine units for use in various industries.

As a result of studying the discipline, the student should form an idea about the prospects for the development of one or another constructive type of turbine technology, develop the ability to analyze the used technology and make a choice of its design.

Keywords: steam turbine, gas turbine unit, design, operation, energy production, industry, marine transport.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Газузь знань: 14 "Електрична інженерія"	Обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність: 142 "Енергетичне машинобудування" Освітня програма: "Газотурбінні установки і компресорні станції"	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету:		Семестр:	
Загальна кількість годин – 120		6-й	6-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 5.	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Лекції	
		30 год	24 год
		Практичні заняття	
		15 год	12 год
		Самостійна робота	
		75 год	84 год
		Індивідуальні завдання	
		–	–
		Вид контролю: залік	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни "Газові та парові турбіни" є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких **компетентностей**:

- ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ФК 1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі енергетичного машинобудування.
- ФК 2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії.

- **ФК 3.** Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.
- **ФК 13.** Здатність обирати оптимальну конструкцію газотурбінної установки для конкретних умов застосування, виконувати перевірочні розрахунки на міцність найважливіших елементів газотурбінної установки.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна "Конструкції та міцність турбомашин" базується на попередньому вивченні студентами дисциплін "Деталі машин", "Тепломасообмін", "Осьові та відцентрові компресори". З цих дисциплін використовуються базові знання про принципи конструювання машин, процеси теплообміну, будову та функціонування компресорів.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких **програмних результатів навчання**:

- **ПР 5.** Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.
- **ПР 6.** Розробляти і проєктувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють конкретні вимоги, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проєктування.
- **ПР 8.** Використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань принаймні в одному з напрямів енергетичного машинобудування.
- **ПР 21.** Аналізувати розвиток науки і техніки.

- ПР 23. Уміння проводити аналіз конструкції або конструктивної схеми газотурбінної установки у конкретних умовах її експлуатації.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Парові турбіни: їх будова та принципи конструювання

Тема 1. Поняття про парову турбіну та паротурбінну установку [1]. стор. 3-8, [2]. стор. 5-12.

Тема 2. Переваги та недоліки енергетичних установок з паровими турбінами [1]. стор. 10-14, [2]. стор. 13-18.

Тема 3. Галузі застосування парових турбін [1]. стор. 15-20, [2]. стор. 19-22.

Тема 4. Класифікація парових турбін за напрямом руху пару та за типом перетворення енергії [1]. стор. 21-30, [2]. стор. 23-30.

Тема 5. Класифікація парових турбін за числом потоків робочого тіла та за числом окремих корпусів [1]. стор. 31-45, [2]. стор. 31-35.

Тема 6. Класифікація парових турбін за наявністю проміжного перегріву, за параметрами пари на вході та за характером теплового процесу [1]. стор. 45-55, [2]. стор. 36-42.

Змістовий модуль 2. Газотурбінні агрегати: їх будова та принципи конструювання

Тема 7. Будова та принцип дії газотурбінного агрегату простого термодинамічного циклу. Головні системи, що обслуговують агрегат [3]. стор. 5-12.

Тема 8. Переваги та недоліки енергетичних установок з газотурбінними агрегатами [3]. стор. 13-27.

Тема 9. Галузі застосування газотурбінних агрегатів [3]. стор. 28-62.

Тема 10. Компресорна частина газотурбінних агрегатів [3]. стор. 63-76.

Тема 11. Камери згоряння газотурбінних агрегатів [3]. стор. 77-93.

Тема 12. Турбінна частина газотурбінних агрегатів [3]. стор. 94-103.

Тема 13. Класифікація газотурбінних агрегатів за характером підведення тепла в камері згоряння, за типом силової турбіни, за типом генератора газу [3]. стор. 103-129.

Тема 14. Класифікація газотурбінних агрегатів за кількістю компресорів, за способом передавання потужності, за наявністю реверсу, за типом компоновання [3]. стор. 129-152.

Тема 15. Класифікація газотурбінних агрегатів за типом теплової схеми [3]. стор. 152-180.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
Змістовий модуль 1. Парові турбіни: їх будова та принципи конструювання										
Тема 1. Поняття про парову турбіну та паротурбінну установку	8	2	2	–	4	8	2	1	–	5
Тема 2. Переваги та недоліки енергетичних установок з паровими турбінами	7	2	–	–	5	7	1	–	–	6
Тема 3. Галузі застосування парових турбін	8	2	2	–	4	8	2	2	–	4
Тема 4. Класифікація парових турбін за напрямом руху пару та за типом перетворення енергії	7	2	–	–	5	7	2	–	–	5
Тема 5. Класифікація парових турбін за числом потоків робочого тіла та за числом окремих корпусів	8	2	2	–	4	8	1	2	–	5
Тема 6. Класифікація парових турбін за наявністю проміжного перегріву, за параметрами пари на вході та за характером теплового процесу	7	2	–	–	5	7	2	–	–	5
Разом за змістовим модулем 1	45	12	6	–	27	45	10	5	–	30
Змістовий модуль 2. Газотурбінні агрегати: їх будова та принципи конструювання										
Тема 7. Будова та принцип дії газотурбінного агрегату простого термодинамічного циклу. Головні системи, що обслуговують агрегат	8	2	2	–	4	8	2	2	–	4
Тема 8. Переваги та недоліки енергетичних установок з газотурбінними агрегатами	8	2	–	–	6	8	1	–	–	7

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
Тема 9. Галузі застосування газотурбінних агрегатів	9	2	2	–	5	9	2	1	–	6
Тема 10. Компресорна частина газотурбінних агрегатів	8	2	–	–	6	8	2	–	–	6
Тема 11. Камери згоряння газотурбінних агрегатів	8	2	2	–	4	8	2	1	–	5
Тема 12. Турбінна частина газотурбінних агрегатів	9	2	–	–	7	9	1	–	–	8
Тема 13. Класифікація газотурбінних агрегатів за характером підведення тепла в камері згоряння, за типом силової турбіни, за типом генератора газу	8	2	1	–	5	8	1	1	–	6
Тема 14. Класифікація газотурбінних агрегатів за кількістю компресорів, за способом передавання потужності, за наявністю реверсу, за типом компонування	8	2	–	–	6	8	1	–	–	7
Тема 15. Класифікація газотурбінних агрегатів за типом теплової схеми	9	2	2	–	5	9	2	2	–	5
Разом за змістовим модулем 2	75	18	9	–	48	75	14	7	–	54
Разом за курсом	120	30	15	–	75	120	24	12	–	84

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Поняття про парову турбіну та паротурбінну установку	2	1
2	Галузі застосування парових турбін	2	2
3	Класифікація парових турбін	2	2
4	Будова та принцип дії газотурбінного агрегату простого термодинамічного циклу	2	2
5	Галузі застосування газотурбінних агрегатів	2	1

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
6	Будова окремих частин газотурбінного агрегату	2	1
7	Класифікація газотурбінних агрегатів	1	1
8	Газотурбінні агрегати складних теплових схем	2	2
РАЗОМ		15	12

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до практичних занять	15	24
2	Підготовка рефератів	30	30
3	Підготовка до заліку	30	30
РАЗОМ		75	84

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, практичних занять та самостійної роботи студентів.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та практичних заняттях словесними й наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на практичних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

Для зручної та ефективної організації навчального процесу використовується Google Classroom з навчальної дисципліни, де розташовані конспекти лекцій, завдання до індивідуальних робіт та супроводжувальні матеріали.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання завдань практичних робіт проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час карантину та надзвичайних ситуацій заняття проводяться дистанційно за допомогою онлайн-сервісу Google Meet.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Газові та парові турбіни" є:

- усні та письмові відповіді на практичних заняттях;
- підготовка рефератів;
- залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати максимум **60 балів**. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на практичних заняттях.

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний залік надається студенту, який з урахуванням отриманих балів проміжних оцінок і заключного заліку може набрати разом не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Залік проводиться у комбінованій формі (письмові відповіді та усний захист). До залікового білету входить чотири питання. Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Відповіді на практичних заняттях	8 x 3 бали = 24 бали	8 x 3 бали = 24 бали
Підготовка рефератів	2 x 18 балів = 36 балів	2 x 18 балів = 36 балів
Залік	40 балів	40 балів
Всього	100	100

Відповіді на практичних заняттях	Критерії оцінювання
3	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки.
2	Відповідь правильна, але недостатньо обґрунтована та/або містить деякі неточності.
1	Відповідь частково правильна, але містить значну кількість неточностей.
0	Студент не дає відповіді або відповідь містить значну кількість суттєвих помилок.
<i>Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 24 (8 занять по 3 бали)</i>	

Підготовка реферату	Критерії оцінювання
15-18	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання.
11-14	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання.
7-10	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.

Підготовка реферату	Критерії оцінювання
4-6	Студент виявляє знання і розуміння більшості положень, але лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
0-3	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає пред'являємим вимогам. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
<i>Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 36 (2 реферати по 18 балів)</i>	

Відповідь на питання заліку	Критерії оцінювання
9-10	Відповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає матеріал, показує глибокі знання з питання білету, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
7-8	Студент спроможний чітко та стисло зробити доповідь, дає правильну відповідь на запитання білету, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
5-6	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на питання білету, належно обґрунтовує матеріал, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання.
3-4	Студент невпорядковано дає відповіді на питання білету, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію, але надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
1-2	Студент невпорядковано дає відповідь на питання білету, не спроможний аргументувати свою позицію, не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії.
0	Студент не дає відповіді на питання білету.
<i>Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 40 (4 питання по 10 балів)</i>	

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ1	T1	Практичне заняття №1	3	Практичне заняття №1	3
	T3	Практичне заняття №2	3	Практичне заняття №2	3
	T5	Практичне заняття №3	3	Практичне заняття №3	3
	T1-T6	Підготовка реферату №1	18	Підготовка реферату №1	18

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ2	T7	Практичне заняття №4	3	Практичне заняття №4	3
	T9	Практичне заняття №5	3	Практичне заняття №5	3
	T11	Практичне заняття №6	3	Практичне заняття №6	3
	T13	Практичне заняття №7	3	Практичне заняття №7	3
	T15	Практичне заняття №8	3	Практичне заняття №8	3
	T7-T15	Підготовка реферату №2	18	Підготовка реферату №2	18
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
Сума			100		100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

1. Мультимедійне обладнання.
2. Демонстраційні зразки парових турбін та газотурбінних агрегатів.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Патлайчук В.М. Проектування стаціонарних парових турбін: у 2 ч. Ч.2: Розрахунок багатociліндрових турбін. Миколаїв: НУК, 2020. 160 с.
2. Романовський Г.Ф., Іпатенко О.Я., Патлайчук В.М. Теорія та розрахунок парових і газових турбін : навч. посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 292 с.
3. Романовський Г. Ф., Сербін С. І., Патлайчук В. М. Газотурбінні агрегати: у 2-х ч. Ч. 1: Загальна будова та класифікація. Миколаїв: НУК, 2016. 215 с.

Допоміжна література

1. Збірник завдань та вправ з теорії і проектування турбінних агрегатів : навч. посібник / Г.Ф. Романовський, С.І. Сербін, М.В. Ващиленко, М.П. Седько, В.М. Патлайчук, В.І. Харченко. Миколаїв: НУК, 2012. 248 с.
2. Патлайчук В.М. Проектування стаціонарних парових турбін: у 2 ч. Ч.1: Розрахунок одноциліндрових турбін. Миколаїв: НУК, 2020. 120 с.
3. Патлайчук В. М. Ротори турбінних двигунів. Миколаїв: УДМТУ, 2001. 57 с.
4. Романовський Г.Ф., Ващиленко М.В., Седько М.П. Основи проектування компресорів суднових газотурбінних двигунів: навч. посібник. Миколаїв: НУК, 2008. 282 с.
5. Романовський Г.Ф., Ващиленко М.В., Сербін С.І. Теоретичні основи проектування суднових газотурбінних агрегатів : навч. посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2003. 304 с.
6. Романовський Г. Ф., Сербін С. І., Патлайчук В. М. Газотурбінні агрегати: у 2-х ч. Ч. 2: Елементи конструкцій. Миколаїв: НУК, 2017. 196 с.
7. Романовський Г.Ф., Сербін С.І. Екологічно чисті камери згоряння ГТУ: навч. посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 88 с.
8. Романовський Г.Ф., Сербін С.І., Патлайчук В.М. Сучасні газотурбінні агрегати: у 2 т. Т. 1: Агрегати виробництва України та Росії. Миколаїв: НУК, 2005. 344 с.
9. Романовський Г.Ф., Сербін С.І., Патлайчук В.М. Сучасні газотурбінні агрегати: у 2 т. Т. 2: Агрегати виробництва країн Західної Європи, Америки та Азії. Миколаїв: НУК, 2008. 420 с.
10. Романовський Г.Ф., Султанський Ю.О., Харченко В.І. Будова, правила технічної експлуатації та обслуговування газотурбінних двигунів: навч. посібник. Миколаїв: НУК, 2011. 156 с.
11. Liu K., Chen D., Serbin S., Patlaichuk V. Gas Turbines Structural Properties, Operation Principles and Design Features. Shanghai : Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2023. 256 p.
12. Patlaichuk V.M., Vaschilenko M.V. Design of gas turbine units. Миколаїв: НУК, 2020. 88 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Google Академія: пошукова система і некомерційна бібліометрична база даних, що індексує наукові публікації та наводить дані про їх цитування. URL: <https://scholar.google.com.ua/>.
2. Каталог нормативних документів України. URL: <http://csm.kiev.ua>.
3. Сайт International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/>.
4. Сайт World Nuclear Association. URL: <https://www.world-nuclear.org/>.
5. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. URL: <http://znp.nuos.mk.ua/>.
6. Сайт науково-технічного журналу "Turbomachinery International". URL: <https://www.turbomachinerymag.com/>.
7. Сайт науково-технічного журналу "Power Technology". URL: <https://www.power-technology.com/?cf-view>.
8. Сайт науково-технічного журналу "Gas Turbine World". URL: <http://gasturbineworld.com>.
9. Сайт журналу "Компресорне і енергетичне машинобудування". URL: <http://mikem.com.ua/zhurnal.html>.
10. Сайт журналу "Проблеми машинобудування". URL: <https://journal-me.com>.
11. Сайт журналу "Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Серія: "Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування". URL: <http://etpo.khpi.edu.ua>.
12. Сайт журналу "Вісник Вінницького політехнічного інституту". URL: <https://journals.vntu.edu.ua/uk.html#visnyk>.
13. Сайт журналу "Вісник Приазовського державного технічного університету". Серія: "Технічні науки". URL: http://journals.uran.ua/vestnikpgtu_tech.
14. Сайт журналу "Техніка та енергетика". URL: <https://technicalscience.com.ua/uk>.